

**ДЛЯ УЧАСТНИКОВ**  
**(теоретическая часть экспериментального тура)**

**Лист 1**

**10 КЛАСС**

В лабораторной практике и ряде технологических процессов часто возникает необходимость проведения работы в растворах, способных сохранять значение водородного показателя (рН) практически постоянным, не изменяющимся при добавлении к нему небольших количеств сильных кислот или сильных оснований, а также при разбавлении. В таких случаях пользуются так называемыми кислотно-основными буферными растворами. Как правило, кислотно-основные буферные растворы содержат в своем составе слабую кислоту и соль, образованную этой кислотой и сильным основанием (так, например, ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты и ацетата натрия), или слабое основание и соль, образованную этим основанием и сильной кислотой (так, например, аммиачный буферный раствор состоит из аммиака и хлорида аммония). Меняя соотношение компонентов, можно получать буферные растворы с различным значением рН.

**Теоретические задания:**

1. Почему при добавлении к кислотно-основному буферному раствору небольших количеств сильных кислот или сильных оснований его значение рН практически не меняется? Ответ мотивируйте, используя уравнения химических реакций.
  
2. Буферный раствор, содержащий 0.2 М  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и 0.2 М  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , смешали с равным объемом буферного раствора, содержащего 0.2 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и 0.2 М  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Будет ли проявлять буферные свойства полученная система? Ответ поясните.

**ДЛЯ УЧАСТНИКОВ**  
**(практическая часть экспериментального тура)**

**Лист 2**

**10 КЛАСС**

В лабораторной практике и ряде технологических процессов часто возникает необходимость проведения работы в растворах, способных сохранять значение водородного показателя (рН) практически постоянным, не изменяющимся при добавлении к нему небольших количеств сильных кислот или сильных оснований, а также при разбавлении. В таких случаях пользуются так называемыми кислотно-основными буферными растворами. Как правило, кислотно-основные буферные растворы содержат в своем составе слабую кислоту и соль, образованную этой кислотой и сильным основанием (так, например, ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты и ацетата натрия), или слабое основание и соль, образованную этим основанием и сильной кислотой (так, например, аммиачный буферный раствор состоит из аммиака и хлорида аммония). Меняя соотношение компонентов, можно получать буферные растворы с различным значением рН.

**Практические задания:**

3. Определите точную концентрацию исходного раствора NaOH методом кислотно-основного титрования.
4. Определите точную концентрацию уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в выданном Вам буферном растворе методом кислотно-основного титрования.
5. Используя полученные экспериментальные данные, рассчитайте значение рН анализируемого буферного раствора, если известно, что  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.75 \cdot 10^{-5}$ , а суммарная концентрация уксусной кислоты и ацетата натрия в анализируемом растворе составляет 0.1000 моль/л.

**Реагенты:**

- Щавелевая кислота  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , водный раствор.
- Гидроксид натрия  $\text{NaOH}$ , водный раствор.
- Фенолфталеин, 0.1%-ный раствор в 60%-ном этаноле.

**Оборудование:**

- Мерная колба (100.0 мл) – 1 шт.
- Мерная колба (200.0 мл) – 1 шт.
- Пробка для мерной колбы – 2 шт.
- Пипетка Мора (10.00 мл) – 1 шт.
- Резиновая груша или пипетатор – 1 шт.
- Капельница с дистиллированной водой – 1 шт.
- Капельница с раствором индикатора – 1 шт.
- Коническая колба для титрования (100 мл) – 2 шт.
- Бюретка прямая с краном (25 мл) – 1 шт.
- Стеклянная воронка для бюретки – 1 шт.
- Хлоркальциевая трубка с натронной известью – 1 шт.
- Штатив для титрования – 1 шт.

**Методика эксперимента:**

1. *Приготовление стандартного раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .* Растворенную в мерной колбе объемом 200.0 мл навеску щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (масса навески указана на рабочем месте участника) разбавляют до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая колбу. Рассчитывают молярную (моль/л) концентрацию приготовленного раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Результат расчета молярной концентрации раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  записывают с точностью до четырех значащих цифр.

2. *Стандартизация раствора  $\text{NaOH}$ .* В бюретку через воронку наливают раствор гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  и закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью. В коническую колбу для титрования емкостью 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл стандартного раствора щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , добавляют 20 мл дистиллированной воды, 2–3 капли фенолфталеина и титруют

раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с. Титровать нужно по возможности быстро, а раствор не следует перемешивать слишком интенсивно во избежание поглощения раствором  $\text{CO}_2$  из воздуха. По бюретке измеряют объем раствора  $\text{NaOH}$ , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки, закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета молярной (моль/л) концентрации исходного раствора  $\text{NaOH}$ . Результат расчета молярной концентрации раствора  $\text{NaOH}$  записывают с точностью до четырех значащих цифр.

**3. Приготовление ацетатного буферного раствора.** Выданный организаторами ацетатный буферный раствор в мерной колбе объемом 100.0 мл разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу.

**4. Определение содержания  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в буферном растворе.** В бюретку через воронку наливают раствор гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  и закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью. В коническую колбу для титрования емкостью 100 мл помещают пипеткой 10.00 мл ацетатного буферного раствора, 2–3 капли фенолфталеина и титруют раствором  $\text{NaOH}$  до получения окраски, одинаковой с окраской раствора-свидетеля (выдается организаторами). По бюретке измеряют объем раствора  $\text{NaOH}$ , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки, закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета молярной (моль/л) концентрации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в анализируемом растворе. Результат расчета молярной концентрации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в растворе записывают с точностью до четырех значащих цифр.

**5. Расчет значения  $\text{pH}$  анализируемого буферного раствора.** Рассчитывают значение  $\text{pH}$  анализируемого буферного раствора, пользуясь формулой

$$\text{pH} = -\lg K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) + \lg \left( \frac{0.1000 - c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} \right),$$

где  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  — концентрация уксусной кислоты в анализируемом растворе.